

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-540887  
(P2008-540887A)

(43) 公表日 平成20年11月20日(2008.11.20)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
FO4B 9/00 (2006.01) FO4B 9/00 C 3H075

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 10 頁)

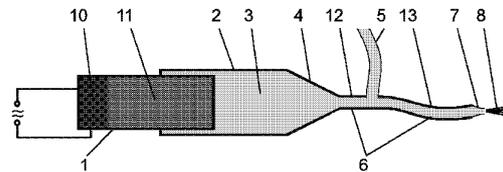
(21) 出願番号	特願2008-501470 (P2008-501470)	(71) 出願人	507310732 インスティテュート オブ ゲオニクス, アーエスツェーエル チェコ国, 708 00 オストラバーボ ルバ, ストゥデントスカ 1768
(86) (22) 出願日	平成18年3月13日(2006.3.13)	(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(85) 翻訳文提出日	平成19年9月14日(2007.9.14)	(74) 代理人	100092624 弁理士 鶴田 準一
(86) 国際出願番号	PCT/IB2006/050774	(74) 代理人	100102819 弁理士 島田 哲郎
(87) 国際公開番号	W02006/097887	(74) 代理人	100110489 弁理士 篠崎 正海
(87) 国際公開日	平成18年9月21日(2006.9.21)		
(31) 優先権主張番号	PV2005-168		
(32) 優先日	平成17年3月15日(2005.3.15)		
(33) 優先権主張国	チェコ (CZ)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力脈動を生成する方法、及びこの方法を実施する装置

(57) 【要約】

液体噴流の脈動の生成方法は、音響アクチュエータによって生成される音響的脈動が、音響チャンバ内の圧力液体に直接的に又は間接的に作用し、生成された圧力脈動が、機械的脈動増幅器によって増幅され、ノズル及びノズルシステムへの圧力液体供給器が取り付けられている、液体導波管によって移送される点にある。音響システムの音響固有周波数を、調音可能な音響チャンバによって音響的脈動の周波数に合わせることができる。上記方法を実施するために、有利的には電気機械変換器10と筒状導波管11を備えた音響アクチュエータ1と、静止圧力液体3で内部容積部が充填された音響チャンバ2と、機械的脈動増幅器4と、通常、金属管又はホース、又はこれらの組み合わせである液体導波管6とを備え、音響チャンバ2が、圧力液体供給器5に取り付けられている液体導波管6によって、ノズル及びノズルシステム7に接続されている、機械的脈動増幅器4に取り付けられている、音響システムを備えた装置が使用される。音響システムは、音響システムの音響固有周波数を圧力脈動の駆動周波数に合わせるための、調音可



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

音響アクチュエータによって生成される音響的脈動が、不変体積の圧力液体に直接的に又は間接的に作用する段階と、

前記音響的脈動が、機械的脈動増幅器によって増幅される段階と、

増幅された前記音響的脈動が、圧力液体の供給器を備えた液体導波管によって、ノズル及びノズルシステムへ移送される段階とを備えていることを特徴とする液状噴流脈動を生成する方法。

**【請求項 2】**

音響システムの音響固有周波数が、調音可能な音響チャンバによって音響的脈動の周波数に合わせられることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。 10

**【請求項 3】**

音響アクチュエータ(1)と、

静止した圧力液体(3)で内部容積部が充填された、音響チャンバ(2)と、

有利的には、円錐形状、筒状、カセノイド形状、ベッセル形状、指数関数的形状、段階的形狀、又はこれらの組み合わせの形状を有する、機械的脈動増幅器(4)と、

通常、金属管又は金属ホース、又はこれらの組み合わせである、液体導波管(6)とを備え、

前記音響チャンバ(2)は、圧力液体供給器(5)に取り付けられている液体導波管(6)によって、ノズル及びノズルシステム(7)に接続されている、機械的脈動増幅器(4)に取り付けられており、 20

前記音響システムは、前記ノズル及びノズルシステム(7)から任意の距離において、前記圧力液体供給器(5)へ並列に接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の方法を実施する装置。

**【請求項 4】**

前記音響アクチュエータ(1)は、前記圧力液体(3)内に部分的に浸漬されていることを特徴とする請求項 3 に記載の装置。

**【請求項 5】**

前記音響アクチュエータ(1)は、前記音響チャンバ(2)の壁に固定されていることを特徴とする請求項 3 に記載の装置。 30

**【請求項 6】**

前記音響チャンバ(2)の長手方向寸法と横断方向寸法の比が 1 より大きいことを特徴とする請求項 3 から 5 のいずれか 1 に記載の装置。

**【請求項 7】**

前記音響チャンバ(2)の断面積は、前記音響アクチュエータ(1)の放射面積よりも最大 20% まで超えていることを特徴とする請求項 3 から 6 のいずれか 1 に記載の装置。

**【請求項 8】**

前記音響アクチュエータは電気機械変換器(10)であり、前記電気機械変換器(10)は、有利的には、圧電式か磁歪式であることを特徴とする請求項 3 から 7 のいずれか 1 に記載の装置。 40

**【請求項 9】**

前記装置の一部分は、前記音響システムの音響固有周波数を前記圧力脈動の駆動周波数に合わせるための、調音可能な音響チャンバ(9)であることを特徴とする請求項 3 から 8 のいずれか 1 に記載の装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、脈動液体噴流を生成するための圧力脈動を生成する方法と、この方法を実施する装置に関する。

**【背景技術】** 50

## 【 0 0 0 2 】

表面層及び被覆を清浄及び除去するべく、様々な材料を切削及び粉末化するために連続的な液体噴流が慣用されている。ノズル出口の上流で圧力液体中において十分に高い圧力の脈動を生成する（いわゆるモジュレーション）ことにより、連続液体噴流としてノズルから出てくる脈動液体噴流を生成することができ、ノズル出口からの特定の離れた距離まで脈動は形成しない。連続した噴流に比した上記の脈動噴流の利点は、目標表面上の脈動噴流の脈動の最初の衝撃が、同じ条件下の連続噴流の衝撃によって生成するよどみ点圧力よりも数倍高い衝撃圧力を生成するという点である。さらに、脈動噴流の衝撃により、目標表面の循環的負荷によって、目標材料において疲労応力が誘起される。このように、連続的な噴流に比べて脈動液体噴流の効率がさらに改良されている。

10

## 【 0 0 0 3 】

現在、脈動液体噴流を生成することが意図されている装置として、いくつかのタイプがある。内部機械的流れモジュレータは、ノズルと一体化された機械的装置である。これらは、ノズル出口の上流に位置する、チャンネルが設けられたロータによって本質的に形成されている。ロータは、循環的にその回転による流れ抵抗を変え、ノズルから出てくる噴流の速度を調整している（E. B. Nebeker: Percussive Jets - State-of-the-Art, Proceedings of the 4th U.S. Water Jet Symposium, WJTA, St. Louis, 1987）。前述の原理の主な欠点は、ノズル内の移動構成要素の非常に寿命が短いという点である。

## 【 0 0 0 4 】

ヘルムホルツ発振器による連続的な液体噴流のモジュレーションは、流れ断面の変化及び/又は流れの不連続により流れる液体における定期的な圧力変動を誘起するという点に基づいている（Z. Shen & Z. M. Wang: Theoretical analysis of a jet-driven Helmholtz resonator and effect of its configuration on the water jet cutting property, Proceedings of the 9th International Symposium on Jet Cutting Technology, BHRA, Cranfield, 1988）。同じ物理原理がいわゆる自己共鳴ノズルにおいて使用されている。液体が音響管を流れ出る時に特定のタイプの衝撃圧力が展開される。衝撃圧力は、管入口へ戻され、これにより、圧力脈動と相俟って、定在波を生成する。衝撃圧力の周波数が流れの固有周波数に対応する場合、圧力共鳴が生じ、噴流が不連続な環状渦を生成し始め、その結果、キャピテーション及び/又は脈動が生成される（G. L. Chahine et al.: Cleaning and cutting with self-resonating pulsed water jets, Proceedings of the 2nd U.S. Water Jet Symposium, WJTA, St. Louis, 1983）。上述の装置の主な不利な点は、液体噴流のモジュレーションの深さが小さいという点である。

20

30

## 【 0 0 0 5 】

高速水噴流のモジュレーションのための超音波ノズルは、加圧された流体が変換器とノズル壁の間の環を流れるように、ノズル出口の近傍の上流に位置する振動変換器に基づいている。振動変換器は、磁歪式及び/又は圧電式の変換器に接続されている。変換器は、ノズル出口の上流で、非常に強い超音波場を生成し、ノズルから出る高速水噴流を調整する（M. M. Vijay: Ultrasonically generated cavitating or interrupted jet, U.S. Patent No. 5,154,347, 1992）。非常に強いキャピテーション侵食により、振動変換器の先端が著しく磨耗し、前述の装置の最も重大な欠点の中で、切削工具の寸法増加と重量増加が上位を占めている。モジュレーションのレベルは、ノズル出口に関する振動変換器の先端の位置に強く依存する。これに加えて、超音波ノズル装置は、現存の連続的な水噴流用の切削工具を利用することができず、産業的实施において、実施するためにコストが著しく増す。

40

## 【 発明の開示 】

## 【 0 0 0 6 】

本発明は、液体噴流の音響的脈動生成方法と、この方法を実施する装置に関する。本発明による方法は、圧力脈動が圧力液体で充填された音響チャンバ内の音響アクチュエータによって生成され、圧力脈動は、機械的脈動増幅器によって増幅され、ノズル及び/又はノズルシステムへの圧力液体供給器が取り付けられている、液体導波管によって移送され

50

る点にある。音響アクチュエータ、音響チャンバ、機械的脈動増幅器及び液体導波管を備えた、音響システムの液体圧縮性及び調音が、生成器からノズル及びノズルシステムへ脈動エネルギーを有効に移送するために利用される。音響システムは、調音可能な音響チャンバを付け加えることができ、音響システムの音響的に調音できる。

【 0 0 0 7 】

超音波ノズル装置 (M. M. Vijay: Ultrasonically generated cavitating or interrupted jet, U. S. Patent No. 5,154,347, 1992) とは異なり、本発明の音響的脈動生成器は、音響チャンバ内の音響アクチュエータの位置の正確な設定に敏感でなく、高いキャビテーション侵食によって、莫大な磨耗を被ることがない。

【 0 0 0 8 】

本発明による液体噴流の音響的脈動を生成する方法及び装置により、非常に長い距離にわたって液体中で圧力脈動を伝達できる。それゆえ、脈動生成器は、加工工具から数メートルの距離において、圧力源と加工(噴流)工具との間の、(複数の)ノズルを備えた圧力システムへ接続することができる。これにより、本発明の液体噴流の脈動を生成している間、加工工具に非常に近接した、加工環境に対して悪い衝撃から、脈動生成をより良好に保護することができるだけでなく、連続した噴流で加工に一般に使用される標準的な加工工具を利用することができる。これにより、産業上の実施において、脈動液体噴流の技術を実施するためのコストを著しく低減することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 0 9 】

本発明は、添付図面を参照してより明確に理解されるであろう。

【 0 0 1 0 】

例

例 1

図 1 は、本発明の脈動液体噴流のために圧力脈動を生成する方法を実施する装置であって、音響アクチュエータを音響チャンバ内の圧力液体に直接的に作用させる装置の略図的断面図である。音響アクチュエータ 1 は、圧電変換器 10 と筒状導波管 11 とを備え、供給された電気エネルギーを機械的振動に変換する。筒状導波管 11 は、38 mm の直径を有し、40 mm の直径を有しかつ圧力液体 3 が充填された筒状音響チャンバ 2 へ挿入されており、機械的振動が液体に伝達される。その結果、圧力液体 3 内で圧力脈動が生成される。液体の圧力脈動は、円錐台形状の機械的脈動増幅器 4 で増幅され、液体噴流を付与するための装置の圧力供給器 5 との接続地点において、流れている圧力液体へ移動する。圧力脈動は、液体導波管 6 によって、機械的脈動増幅器 4 から、ノズル及びノズルシステム 7 (すなわち、加工工具) へ移送される。液体導波管 6 は、金属管 12 及び金属ホースを備えている。液体の圧力脈動は、ノズル及びノズルシステム 7 において、脈動液体噴流 8 を生成するために使用されている。

【 0 0 1 1 】

例 2

図 2 は、本発明の脈動液体噴流のために圧力脈動を生成する方法を実施する装置であって、音響アクチュエータを、音響チャンバの壁を介して音響チャンバ内の圧力液体に間接的に作用させる装置の略図的断面図である。音響アクチュエータ 1 は、圧電変換器 10 と筒状導波管 11 とを備え、供給された電気エネルギーを機械的振動に変換する。筒状導波管 11 は、38 mm の直径を有し、40 mm の直径を有しかつ圧力液体 3 が充填された筒状音響チャンバ 2 の壁に固定されている。筒状導波管 11 の機械的振動は、筒状音響チャンバ 2 の壁を振動させ、この振動が圧力液体 3 に伝達される。その結果、圧力液体 3 内で圧力脈動が生成される。液体の圧力脈動は、円錐台形状の機械的脈動増幅器 4 で増幅され、液体噴流を付与するための装置の圧力供給器 5 との接続地点において、流れている圧力液体へ移動する。圧力脈動は、液体導波管 6 によって、機械的脈動増幅器 4 から、ノズル及びノズルシステム 7 (すなわち、加工工具) へ移送される。液体導波管 6 は、金属管 12 及び金属ホースを備えている。液体の圧力脈動は、ノズル及びノズルシステム

10

20

30

40

50

ム 7 において、脈動液体噴流 8 を生成するために使用されている。

【 0 0 1 2 】

例 3

図 3 は、本発明の脈動液体噴流のために圧力脈動を生成する方法を実施する装置であって、音響アクチュエータを、調音可能な音響チャンバを有する音響チャンバ内の圧力液体に直接的に作用させる装置の略図的断面図である。音響アクチュエータ 1 は、圧電変換器 10 と筒状導波管 11 とを備え、供給された電気エネルギーを機械的振動に変換する。

筒状導波管 11 は、38 mm の直径を有し、40 mm の直径を有しかつ圧力液体 3 が充填された筒状音響チャンバ 2 へ挿入されており、機械的振動が液体に伝達される。その結果、圧力液体 3 内で圧力脈動が生成される。音響チャンバ 2 は、音響システムの音響固有周波数を圧力脈動の駆動周波数に合わせる役割を持つ、調音可能な音響チャンバ 9 に接続されている。液体の圧力脈動は、円錐台形状の機械的脈動増幅器 4 で増幅され、液体噴流を付与するための装置の圧力供給器 5 との接続地点において、流れている圧力液体へ移動する。圧力脈動は、液体導波管 6 によって、機械的脈動増幅器 4 から、ノズル及びノズルシステム 7 (すなわち、加工工具) へ移送される。液体導波管 6 は、金属管 12 及び金属ホースを備えている。液体の圧力脈動は、ノズル及びノズルシステム 7 において、脈動液体噴流 8 を生成するために使用されている。

10

【 0 0 1 3 】

産業上の利用性

本発明による解決方法は、鉱業 (岩石切削、切り出し、装飾及び規格石材の加工)、土木工学 (コンクリート構造の修理、表面清浄)、工学 (表面層除去、清浄、及び切削) などの多くの産業分野において利用可能である。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の脈動液体噴流のために圧力脈動を生成する方法を実施する装置であって、音響アクチュエータを音響チャンバ内の圧力液体に直接的に作用させる装置の略図的断面図である。

【 図 2 】 図 2 は、本発明の脈動液体噴流のために圧力脈動を生成する方法を実施する装置であって、音響アクチュエータを、音響チャンバの壁を介して音響チャンバ内の圧力液体に間接的に作用させる装置の略図的断面図である。

30

【 図 3 】 図 3 は、本発明の脈動液体噴流のために圧力脈動を生成する方法を実施する装置であって、音響アクチュエータを、調音可能な音響チャンバを有する音響チャンバ内の圧力液体に直接的に作用させる装置の略図的断面図である。

【 図 1 】

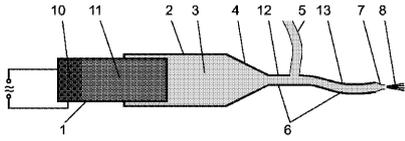


Fig. 1

【 図 2 】

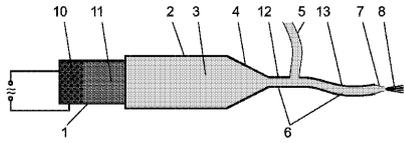


Fig. 2

【 図 3 】

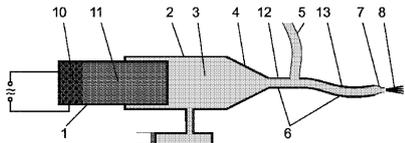


Fig. 3

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/IB2006/050774

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B08B3/02 B08B3/12 B05B17/06		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B08B B05B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 393 991 A (JEFFRAS ET AL) 19 July 1983 (1983-07-19) column 1; figure 2	1,3-5
A	GB 2 275 752 A (* BOURNEMOUTH UNIVERSITY HIGHER EDUCATION CORPORATION; BOURNEMOUTH UNI) 7 September 1994 (1994-09-07) figure 1	1,3-5
A	US 2004/173238 A1 (BOYD JOHN M ET AL) 9 September 2004 (2004-09-09) paragraph [0008]; figure 2	1,3-5
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *C* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
9 August 2006	23/08/2006	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Devillers, E	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/IB2006/050774
---

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 December 2003 (2003-12-05) & JP 2004 275721 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD), 7 October 2004 (2004-10-07) abstract	1,3
A	US 5 154 347 A (VIJAY ET AL) 13 October 1992 (1992-10-13) cited in the application abstract	1,3-5

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2006/050774

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4393991	A	19-07-1983	NONE	
GB 2275752	A	07-09-1994	NONE	
US 2004173238	A1	09-09-2004	US 6729339 B1	04-05-2004
JP 2004275721	A	07-10-2004	EP 1600088 A1 WO 2004075706 A1	30-11-2005 10-09-2004
US 5154347	A	13-10-1992	AU 1221792 A CA 2035702 A1 WO 9213679 A1	07-09-1992 06-08-1992 20-08-1992

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 フォルディナ, ヨセフ

チェコ国, 757 01 バエア スケ メジリツィ, ポドレシ 496

(72)発明者 スベフラ, ブラニスラフ

スロバキア国, 915 01 ノベ メスト ナト バホン, カルパトスカ 15

Fターム(参考) 3H075 AA06 BB01 BB30 CC23 CC25 CC36 DA15 DB06

## 【要約の続き】

能な音響チャンバ9によって、実施することができる。